

# Aplicación de principios SOA para la composición de servicios en ambientes ubicuos.

**Germán Montejano<sup>1,2</sup>; Oscar Testa<sup>2</sup>; Rubén Pizarro<sup>2</sup>; Darío Segovia<sup>2</sup>; Oscar Dieste<sup>3</sup>; Efraín R. Fonseca C.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales  
Universidad Nacional de San Luis  
Ejército de los Andes 950 – (5700) San Luis – San Luis – Argentina  
Tel.: +54-2652-424027 – Int. 251

gmonte@unsl.edu.ar – web: <http://www.unsl.edu.ar>

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad Nacional de La Pampa  
Av. Uruguay 151 – (6300) Santa Rosa – La Pampa – Argentina  
Tel.: +54-2954-425166 – Int. 28

[otesta, ruben]@exactas.unlpam.edu.ar

<sup>3</sup>Facultad de Informática  
Universidad Politécnica de Madrid  
Campus Montegancedo – (28660) Boadilla del Monte – Madrid – España  
Tel.: +34 91 336 5011

odieste@fi.upm.es

<sup>4</sup>Departamento de Ciencias de la Computación  
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE  
erfonseca@espe.edu.ec

## Resumen

Con la aparición de las redes de computadoras y la conectividad que nos ofrecen los dispositivos móviles actuales, se conforma un ambiente propicio para satisfacer las necesidades de interacción entre distintos actores de la vida cotidiana. Estos dispositivos poseen sensores de distinta índole, facilidad de conectividad, incluso en áreas con poca señal o acceso a redes. La composición de servicios en ambientes ubicuos debe resolver los problemas planteados por el contexto, la heterogeneidad y las contingencias de los dispositivos, así como también la personalización de los mismos. Debido a que los dispositivos en donde los servicios son ejecutados, poseen limitaciones de recursos, se deben tomar en cuenta consideraciones especiales acerca de la eficiencia y rendimiento de la composición de servicios. En este trabajo presentamos una propuesta de solución de coordinación de servicios en ambientes ubicuos utilizando

las características y especificaciones estándares de la arquitectura orientada a servicios (SOA). Se hacen aportes a la tecnología de servicios, de ambientes pervasivos y dispositivos ubicuos.

**Palabras clave: sistemas ubicuos, SOA, servicios, composición de servicios.**

## Contexto

El presente trabajo se enmarca en el Proyecto de Investigación: Ingeniería de Software, Conceptos, Métodos y Herramientas en un Contexto de “Ingeniería de Software en Evolución” – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis y en el Proyecto de Investigación: Ingeniería de Software: composición de servicios en ambientes ubicuos – Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa. Las líneas aquí presentadas actualmente forman parte de las bases de un anteproyecto de tesis doctoral y de una tesis de maestría, ambas en ingeniería de

software por la Universidad Nacional de San Luis.

## Introducción

Con la aparición de las redes de computadoras y la conectividad que nos ofrecen los dispositivos móviles actuales, se conforma un ambiente propicio para satisfacer las necesidades de interacción entre distintos actores de la vida cotidiana. La tendencia actual es hacia los ambientes ubicuos, los cuales se caracterizan por estar poblados de numerosos sensores que gracias a la integración extrema de los elementos electrónicos, son invisibles al usuario y están en permanente rastreo de la actividad humana [8].

Podemos indicar que la computación ubicua es un desarrollo tecnológico que intenta que las computadoras no se perciban en un entorno como objetos diferenciados, y que la utilización por parte de los seres humanos sea lo más transparente y cómoda posible, facilitando de esta manera la integración en la vida cotidiana.

Dispositivos ubicuos son todos aquellos dispositivos que pueden existir en todas partes, es decir, son dispositivos electrónicos que tienen capacidad de procesamiento y comunicación y pueden ser encontrados en lugares diversos de la vida cotidiana, cuya particularidad es que poseen escaso tamaño.

Desde hace varios años los dispositivos ubicuos han ganado importancia y presencia en la vida cotidiana de las personas, debido principalmente a que: poseen distintos tipos de sensores (posicionamiento, proximidad, luminosidad, temperatura, etc.), facilitan la conectividad incluso en áreas con poca señal o acceso a las redes, permiten la convergencia tecnológica (computo, medios, telefonía, etc) y

brindan acceso a servicios de distinta índole (mapas, ayudas, etc).

Todas estas características han permitido que por ejemplo, la cantidad de móviles existentes en el mercado se aproxime a la cantidad de habitantes mundiales, según un informe de la Unión Internacional de Comunicaciones (UIT, por sus siglas en ingles). En este informe, se estima que hasta finales del año 2014 hubieron casi 7.000 millones de suscripciones de telefonía celular, lo que corresponde al 96% de la población global; es decir, que la cantidad de usuarios de telefonía móvil se acercara al número de personas que viven en el planeta [6].

La proliferación de dispositivos computacionales ubicuos e interconectados, así como los avances de las comunicaciones entre dispositivos, ha permitido que estos sean generadores y consumidores de servicios al mismo tiempo, es decir que de acuerdo a las capacidades del dispositivo puede ofrecer a otros equipos sus funciones y así formar conectividad entre ellos.

La composición de servicios presenta la forma en que se pueden combinar o enlazar servicios disponibles para llevar adelante una tarea determinada. En ambientes ubicuos, la composición de servicios, presenta nuevos desafíos tales como: la heterogeneidad, las contingencias de los dispositivos y la personalización de los mismos (por ej. provisión de servicios de acuerdo a las preferencias del usuario). Dado que los dispositivos en donde los servicios son ejecutados poseen limitaciones de recursos (ej. poca memoria y batería), se deben hacer consideraciones especiales respecto a la eficiencia y rendimiento de la composición de servicios [5].

Basados en el estado de las distintas tecnologías de composición de servicios y coordinación en sistemas ubicuos, tanto

de forma teórica como práctica, propondremos un modelo de coordinación y orquestación de dispositivos ubicuos en ambientes pervasivos, en el cual nos encontramos trabajando actualmente. Este modelo pretende atacar la problemática de la composición de servicios en estos ambientes basándose en las tecnologías existentes y ya probadas de SOA.

## **Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación**

Actualmente las composiciones y coordinaciones en sistemas ubicuos se necesitan hacer con elementos de un mismo proveedor, para que los protocolos de comunicación entre ellos sea el que provee la empresa que los comercializa, es decir, con protocolos y herramientas de programación privativos. También se puede avisorar la complejidad que implica coordinar estos dispositivos para que en conjunto puedan realizar la tarea programada.

Las distintas soluciones que se encuentran implementadas hoy en día están faltas de estandarización tanto en la conectividad de los distintos dispositivos, así como de los protocolos que permiten la comunicación entre ellos. Existen ejemplos de dispositivos que cuentan con la característica de NFC (Near Field Communication), pero que solamente pueden ser implementados y conectados con dispositivos del mismo fabricante, de la misma manera que sucede hoy en día con las balizas inteligentes, o como es el caso de la domótica, donde la estandarización se encuentra todavía lejos de poder ser utilizada en proyectos reales. Nuestra propuesta es poder utilizar y aplicar todas las ventajas, especificaciones y estandarizaciones

existentes en SOA para la coordinación de servicios disponibles en ambientes pervasivos a través de la utilización de dispositivos ubicuos. Si pensamos que cada dispositivo ubicuo en un ambiente pervasivo es proveedor o consumidor de un servicio encaja perfectamente en la arquitectura de servicios. La diferencia con las tecnologías actuales es que la comunicación y coordinación entre ellos (hasta hoy solamente disponible en equipos con ciertas características de procesamiento) no se realiza únicamente por protocolos de TCP/IP, ya que la conectividad entre ellos puede ser de distinta índole o manera (bluetooth, RFID, contacto, etc). Es decir que si nosotros pudiéramos estar en una capa por encima de la comunicación (tal como lo hacen las capas del modelo de red OSI) no estamos muy distanciados de la posibilidad de reutilización de las tecnologías existentes.

## **Resultados y Objetivos**

Por lo expuesto, vemos que existe un campo de trabajo importante en el desarrollo de composición de servicios en ambientes ubicuos, más precisamente en la coreografía de servicios, la cual no es abordada en los estudios previos de la materia.

De esta manera el objetivo de la investigación es la realización de un modelo de composición de servicios -más precisamente coreografía de servicios- en ambientes pervasivos y con dispositivos ubicuos, que permita la realización de coreografías de una manera dinámica, autónoma y confiable.

Este modelo está basado en estándares abiertos y existentes como los que se han visto en este trabajo y basándose en la arquitectura de servicios (SOA), así como también en los protocolos y lenguajes de composiciones ya existentes.

Hasta el momento, en la investigación hemos realizado el análisis del estado del arte, que ha dado las bases para poder enfocar claramente el resto de las etapas de la investigación.

Se trabajó en la realización de un prototipo, basado en la arquitectura planteada Figura 1, que permite la evaluación del trabajo realizado, y una aproximación al modelo final que se espera elaborar y en el cual nos encontramos trabajando actualmente. La complejidad en este punto de desarrollo se centra básicamente en los protocolos de comunicación entre los distintos dispositivos, ya que no se basará únicamente en los estándares de TCP/IP-Internet. En cada dispositivo se deberá evaluar qué alternativas de comunicación posee el mismo y se adaptará el modelo propuesto a las posibilidades de conexión existente. Se espera que el manejo de mensajes entre los dispositivos esté en una capa superior a la de comunicación, tomando en este caso como protocolo base de mensajes los existentes hoy en día en las especificaciones de SOAP y REST.

Para poder simular los dispositivos y las interacciones entre los mismos, se está trabajando con dispositivos móviles con tecnología NFC y sistema operativo Android<sup>1</sup>, con dos plataformas de bajo costo Raspberry Pi B+, con una placa Arduino Mega, además de tarjetas y etiquetas RFID. Se cuenta además para el prototipo con sensores de movimiento y ultrasónicos, los cuales pueden ser conectados a la plataforma Raspberry Pi o bien a la placa Arduino. También se cuenta con un módulo Bluetooth para dar conectividad de red a la placa Arduino Mega, lo que permite simular una manera

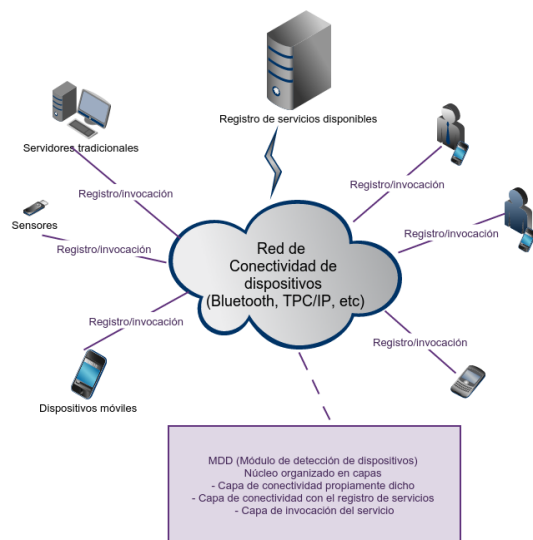
<sup>1</sup>La selección de este sistema operativo es debido a que ya se cuenta con estos elementos con sensores acordes a las necesidades y a que se cuenta con experiencia previa en el desarrollo de aplicaciones en dicho sistema operativo.

de comunicación del dispositivo. La plataforma Raspberry cuenta con una placa wi-fi para dar conectividad de red de forma inalámbrica.

En la etapa de la especificación del modelo, se espera poder formalizar el modelo respectivo por el cual se puedan llevar adelante coreografías en ambientes pervasivos con dispositivos ubicuos. El modelo final a construir tendrá en cuenta también las distintas limitantes existentes tanto en los dispositivos y el ambiente de desarrollo y aplicación, ya que debemos recordar que los mismos son pervasivos o ubicuos, lo que hace que la disponibilidad de los mismos sea, o mejor dicho, pueda ser limitada, así como su capacidad de procesamiento y mantenimiento de estados a lo largo de la coreografía.

Podemos, entonces, concluir que la composición y coordinación de dispositivos ubicuos en ambientes pervasivos está sometido a varios desafíos. Por otro lado hemos visto que la arquitectura SOA posee la potencialidad necesaria para responder a los desafíos que mencionamos, con el agregado de que nos brinda la ventaja de tratarse de una tecnología conocida y afianzada en el ambiente de sistemas distribuidos, con estandarizaciones de mucha índole y en los campos más importantes de la materia y que a su vez cuenta con una amplia base de lenguajes, frameworks y herramientas disponibles en el mercado, de utilización directa.

Nuestra investigación, a través del objetivo planteado, permite trasladar progresivamente los conceptos de SOA a dispositivos ubicuos en ambientes pervasivos, permitiendo además conocer y estudiar las ventajas e inconvenientes de la aplicación de la arquitectura de servicios en dichos ambientes.



**Figura 1. Arquitectura propuesta**  
**Formación de Recursos Humanos**

Además de los resultados obtenidos/esperados en el punto 3, se espera como resultado en la formación de recursos humanos, la continuación de esta misma línea de proyecto como tesis doctoral de alguno(s) de los investigadores. También se espera lograr una mayor interrelación con la Universidad de Minas Gerais con la que se cuenta con un convenio con tal objetivo como parte de él. Se espera avanzar también en un convenio de colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid para la aplicación de las metodologías aquí presentadas en los proyectos de Ingeniería de Software Empírica. Adicionalmente, se espera que otras tesis de Maestría, así como tesinas de Licenciatura surjan a partir de los logros obtenidos en la presente línea de investigación.

## Referencias

[1] S. Najar, M. K. Pinheiro, and C. Souveyet. A New Approach for Service Discovery and Prediction on Pervasive Information System.

Procedia Computer Science, 32:421–428, 2014. The 5th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies (ANT-2014), the 4th International Conference on Sustainable Energy Information Technology (SEIT-2014).

[2] O. f. A. S. I. S. (OASIS). Web Services Coordination (WS-Coordination). <http://docs.oasis-open.org/ws-tx/wstx-wsat1.1-spec-os/wstx-wsat-1.1-spec-os.html>, 02 2009.

[3] F. Palmieri. Scalable service discovery in ubiquitous and pervasive computing architectures: A percolation-driven approach. Future Generation Computer Systems, 29(3):693–703, 2013. Special Section: Recent Developments in High Performance Computing and Security.

[4] M. L. f. C. Science and M. A. I. Laboratory. Pervasive Human-Centered Computing. Available at <http://oxygen.csail.mit.edu/>, Last visited: Aug 15th, 2002.

[5] Q. Z. Sheng, X. Qiao, A. V. Vasilakos, C. Szabo, S. Bourne, and X. Xu. Web services composition: A decade's overview. Information Sciences, 280(0):218–238, 2014.

[6] U. I. T. (UIT). Unión Internacional de Telecomunicaciones. [https://www.itu.int/net/pressoffice/press\\_releases/2014/23es.aspx](https://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2014/23es.aspx), 10 2015.

[7] M. Viroli. On competitive self-composition in pervasive services. Science of Computer Programming, 78(5):556–568, 2013. Special section: Principles and Practice of Programming in Java 2009/2010 & Special section: SelfOrganizing Coordination.

[8] M. Weiser. Hot topics-ubiquitous computing. Computer, 26(10):71–72, Oct 1993.

[9] Testa, Oscar; Riesco, Daniel; Montejano, Germán; Debnath, Narayan. “Rigorous Definition in RAISE Specification Language of a Framework for Web Services about Geographic Information Systems”. 7th International Conference on Information Technology: New Generations. Abril 12-14, 2010, Las Vegas, Nevada, USA.

[10] Debnath, Narayan.; Testa, Oscar; Riesco, Daniel; Montejano, Germán. “Geographic Information Systems: RSL Services Definitions of a Framework for Web Services”. CATA-2011: ISCA 26th International Conference on Computers and their applications. March 23-25, 2011, New Orleans, Louisiana, USA.

[11] Testa, Oscar; Riesco, Daniel; Montejano, Germán. “Especificación Formal en RSL de una Infraestructura abierta y estándar de Servicios Web para Sistemas de Información Geográfica”. CACIC – 2009.